



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Caracterização do processo de *rigor mortis* e maciez da carne em cordeiros Santa Inês e F1 Santa Inês x Dorper*

Rafael dos Santos Costa¹, Fábio da Costa Henry², Celia Raquel Quirino³,
Luciana Salles Vasconcelos Henriques⁴, Eulogio Carlos Queiroz de
Carvalho⁵

*Projeto financiado com recursos da FAPERJ Processo: E-26/170.577/2007.

¹ Secretaria de Agricultura - SIE/RJ, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.;

² Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. e-mail: fabiocosta@uenf.br;

³ Laboratório de Reprodução e Melhoramento Genético Animal, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil;

⁴ Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da UENF;

⁵ Laboratório de Sanidade Animal, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

Resumo

O desenvolvimento do processo de *rigor mortis* das carcaças dos animais de açougue influencia diretamente a qualidade da carne. As características do processo de *rigor mortis* em carcaça de ovinos durante o processamento

industrial para obtenção de carcaças resfriadas já foram estudadas em outros países e no Brasil em ovinos Santa Inês, mas ainda não estabelecidas em ovinos F1 Santa Inês x Dorper. Assim, objetivou-se neste trabalho caracterizar o processo de *rigor mortis* dos músculos *Semitendinosus* e *Triceps brachii* em carcaças ovinas durante o resfriamento industrial e maciez da carne. Foram escolhidos aleatoriamente 10 ovinos machos inteiros Santa Inês e F1 Santa Inês x Dorper abatidos em Campos dos Goytacazes, RJ. Após a sangria, analisou-se temperatura, pH, comprimento de sarcômero em diferentes intervalos de tempo (4h; 6h; 8h; 10h; 12h; e 24h) e força de cisalhamento ou maciez em 48h do músculo *Semitendinosus*. A temperatura da câmara fria variou de 12,2°C (4h) a -0,5°C (24h) e a temperatura média das carcaças foi de 26,80°C e -0,20°C, respectivamente. O pH médio inicial do músculo *Semitendinosus* foi de 6,62 e o final 5,64 e no músculo *T. brachii* foi de 6,50 (4h) e 5,68 (24h). A contração máxima do sarcômero do músculo *Semitendinosus* ocorreu na 12^ah (1,50µm) após a sangria e no músculo *Triceps brachii*, no intervalo entre a 10^ah e 24^ah (1,53 a 1,57µm). No músculo *Semitendinosus* a força de cisalhamento ou maciez foi semelhante entre cordeiros da raça Santa Inês e F1 Dorper x Santa Inês, mostrando que o grupo genético não influencia na maciez da carne.

Characterization of *rigor mortis* process and meat tenderness in Santa Inês and F1 Santa Inês x Dorper lambs

Abstract

The development of *rigor mortis* process of butcher animal carcasses directly influencing the meat quality. The characteristics of *rigor mortis* process in ovine carcass during industrial chilling to obtain the chilled carcasses have been studied in other countries and in Brazil in Santa Ines sheep, but not yet established in F1 Dorper x Santa Inês. Thus, this research was designed to characterize the *rigor*

mortis process of *Semitendinosus* and *Triceps brachii* muscles of ovine carcasses during the industrial chilling and meat tenderness, and the measurement of morphological traits: slaughter weight, withers height, croup height, body length, thorax perimeter and carcass yield. Ten intact male ovines Santa Inês and F1 Santa Inês x Dorper breed were randomly assembled slaughtered at Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. After exsanguination, were measured temperature, pH and sarcomere length at different times (4h; 6h; 8h; 10h; 12h; and 24h) and shear force or tenderness (48h) of *Semitendinosus* muscle. The chilling room temperature varied between 12.2°C (4h) a -0.5°C (24h), and the mean temperature of carcasses was 26.80°C and -0.20°C, respectively. The mean initial pH of *Semitendinosus* was 6.62 and final 5.64 and of *Triceps brachii* was 6.50 (4h) and 5.68 (24h). The maximum contraction of sarcomere of *Semitendinosus* occurred at 12th hour (1.50µm) after exsanguination whereas for the *Triceps brachii*, at the range of the 10th to 24th hours (1.53 to 1.57µm). *Semitendinosus* muscle shear force and tenderness was similar in lambs of Santa Ines breed and F1 Dorper x Santa Ines, demonstrating that the genetic group did not affect meat tenderness.

INTRODUÇÃO

Segundo dados do IBGE (2007), o rebanho brasileiro de ovinos é da ordem de 16 milhões de cabeças, aproximadamente. Os animais deslanados concentram-se, principalmente, na Região Nordeste (58%), sendo a Região Sudeste a que ocupa o quinto lugar no ranking, com 4% dos ovinos em seu território.

No Brasil, a carne ovina é considerada um artigo de luxo, sendo consumida principalmente em restaurantes de alto padrão ou em datas comemorativas, dificultando o acesso à população de baixa renda (Maturano et al., 2002).

Entretanto, tem-se observado um aumento significativo na demanda desta carne, principalmente nos grandes centros urbanos (França et al., 2006), como reflexo das mudanças dos hábitos alimentares do consumidor, que tem buscado qualidade, palatabilidade, maciez e menores teores de gordura (Neres et al., 2001). Este fato vem contribuindo para a expansão da produção de ovinos (França et al., 2006), proporcionando, desta forma, um aumento na oferta de proteína de alta qualidade (Ribeiro et al., 2001).

Durante o abate, mais precisamente após a sangria, no período que abrange as primeiras 24 horas, ocorre uma série de transformações bioquímicas e estruturais no tecido muscular, na conversão do músculo em carne. Neste período vários fatores podem afetar o processo de *rigor mortis*, refletindo na qualidade final da carne (Aberle et al., 2001). A diminuição do pH e da temperatura durante o processo de *rigor mortis* das carcaças influenciam diretamente a qualidade da carne. A velocidade do *rigor mortis* é controlada, principalmente, pela reserva de glicogênio, pH e temperatura do músculo (Johnson et al., 1989; Koohmaraie et al., 1991; Monteiro et al., 2001). A maciez e a perda de peso por cozimento também são parâmetros importantes na avaliação da qualidade da carne (Costa et al., 2006). Por outro lado, a determinação do tamanho de sarcômero assume fundamental importância em função da existência de correlação positiva entre sua dimensão e o desenvolvimento do *rigor mortis*, bem como da maciez da carne (Wheeler & Koohmaraie, 1994). A análise instrumental (força de cisalhamento) e a análise sensorial são as metodologias mais utilizadas no controle da maciez das carnes (Lyon & Lyon, 1997).

As características do *rigor mortis* de carcaças ovinas resfriadas já foram estudadas em outros países (Wheeler & Koohmaraie, 1994) e no Brasil em ovinos Santa Inês (Oliveira et al., 2004), mas ainda não estabelecida em ovinos F1 Santa Inês x Dorper.

Os objetivos do trabalho foram os seguintes: (1) caracterizar o comportamento do processo de *rigor mortis* nos músculos *Semitendinosus* e *Triceps brachii* em carcaças frigorificadas; (2) determinar o valor de pH e do comprimento de sarcômero dos músculos *Semitendinosus* e *Triceps brachii* e suas mudanças durante a retirada do calor sensível das carcaças na câmara de resfriamento, logo após a sangria; (3) estudar o efeito do grupo genético sobre a maciez da carne do músculo *Semitendinosus*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram mensurados 10 ovinos machos inteiros, seis pertencentes à raça Santa Inês e quatro F1 Santa Inês x Dorper, todos com aproximadamente 6 meses de idade. A determinação da idade dos animais foi realizada através do exame da dentição no curral de matança e confirmada na sala de matança.

Os ovinos foram abatidos após os cuidados *ante mortem* que neste caso incluía o período de repouso, jejum e dieta hídrica de vinte quatro horas antes do abate. Os animais foram pesados, abatidos, eviscerados e as carcaças foram pesadas e destinadas à câmara de resfriamento (0,8°C a temperatura média do ar e 81,2% a umidade relativa).

As meias carcaças foram conduzidas devidamente identificadas para a câmara frigorífica, na qual foi realizada a tomada de temperatura com um termohigrômetro, nos intervalos de tempo de 4h; 6h; 8h; 10h; 12h; e 24h após a sangria. Nos mesmos intervalos foi tomada a temperatura das meias carcaças introduzindo-se a haste metálica de um termômetro digital na profundidade de 5cm da massa muscular na altura do ísquio. A determinação do pH foi realizada nos intervalos de tempo citados anteriormente com potenciômetro Handylab 1 – Schott, utilizando uma solução homogeneizada com 10g da amostra em 100mL de água destilada (BRASIL, 1999).

De cada carcaça foram colhidas duas amostras, nos mesmos intervalos supracitados, dos músculos *Semitendinosus* e *Triceps brachii* para a determinação do comprimento de sarcômero. Com auxílio de pinça e bisturi foram retiradas amostras de aproximadamente 2,5cm de comprimento por 1,5cm de largura e 0,5cm de espessura, previamente fixadas por garras metálicas. As garras tinham o objetivo de manter o músculo em condições próximas em que se encontrava na carcaça, evitando contração ou distensão das fibras após sua retirada.

As amostras foram colhidas e identificadas com o número da carcaça, hora da colheita e nome do músculo. Em seguida foram colocadas em frascos plásticos de boca larga contendo formalina tamponada 10% (250 mL). Após a fixação as amostras foram clivadas, desidratadas, clarificadas, incluídas em parafina e seccionadas em um micrômetro (Pika – Seiko) com espessura de cinco micra. Os cortes histológicos foram corados com Hematoxilina Fosfotúngstica de Mallory (Behmer et al., 1976).

As lâminas foram fotografadas no microscópio de luz Olympus® BX 41 com câmera fotográfica digital Nikon® Coolpix 995 acoplada em objetiva de imersão (100x) com um aumento total de 1000x (Sloss & Kemp, 1978). Seguindo-se a transferência das fotomicrografias dos músculos *Semitendinosus* e *Triceps brachii* da memória da câmera fotográfica digital para um computador. Estas fotomicrografias foram avaliadas pelo software de análise de imagens (Microscopy Image Processing System – DN2®), onde foi mensurado o comprimento do maior número possível de sarcômeros, a fim de minimizar erros. O comprimento dos sarcômeros foi obtido verificando-se a distância mensurada, que foi dividida pelo número de sarcômeros analisados em cada lâmina e o resultado foi então multiplicado pelo fator de calibração. Sendo realizadas pelo menos 10 mensurações em campos (feixes de miofibrilas) diferentes, para cada amostra (Ramos & Gomide, 2007).

Foram colhidas amostras de, aproximadamente 250g do músculo *Semitendinosus* de cada carcaça, 24h após o início da sangria. As amostras foram colocadas individualmente em embalagem plástica, identificadas e acondicionadas em caixa isotérmica. Posteriormente, foram encaminhadas até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense, onde 48h após a sangria, as amostras foram pesadas, cozidas até a temperatura interna de 70°C, resfriadas à temperatura ambiente, drenadas e pesadas. Por meio da diferença entre o peso inicial e final foi calculada a porcentagem de perda de peso por cozimento.

Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo reciclável e foram transportadas até o Laboratório de Tecnologia de Carnes da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense, onde foram retirados sete cilindros de 1,27cm de diâmetro e cisalhados ao meio no equipamento “Warner – Bratzler Meat Shear Force - modelo 3000”, para a obtenção dos valores referentes à força de cisalhamento, conforme metodologia proposta por Kerth et al. (2003).

Para verificar se houve diferenças devidas ao tempo *post mortem* e grupo genético, utilizou-se a análise de variância e o teste de médias de Tukey empregando o programa SAS (SAS, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância para Temperatura e pH não mostrou diferenças ($p>0,05$) devidas ao grupo genético. A análise estatística revelou diferenças ($p<0,05$) nos valores de temperatura das carcaças através dos intervalos de tempo *post mortem*.

Os valores de temperatura das carcaças ovinas foram de 26,80°C (4h), 7,20°C (12h) e -0,20°C (24h); enquanto os valores de temperatura da câmara

fria foram de 12,2°C (4h), 2,8°C (12h) e -0,5°C na 24^ah após a sangria (Tabela 1). Observa-se diminuição gradual da temperatura nos músculos que proporcionaria a atuação adequada das enzimas proteolíticas sem os inconvenientes decorrentes da desnaturação protéica (queda acentuada do pH no início do *post mortem*) ou o retardo do processo do *rigor mortis* como o encurtamento pelo frio (Hwang et al., 2004). Tornberg et al. (2000) relatou que as temperaturas da câmara entre 1° e 7°C são ideais para que ocorra o processo normal do *rigor mortis*, conferindo à carne melhor maciez.

TABELA 1 – Médias e respectivos desvio-padrão de temperatura (°C) da câmara frigorífica e de carcaças ovinas e pH dos músculos *Triceps brachii* (TB) e *Semitendinosus* (ST), nos seis intervalos de tempo *post mortem* durante o resfriamento industrial.

Análise	Amostras	Tempo <i>post mortem</i> (h)						
		n	4	6	8	10	12	24
Temperatura(°C)	Câmara	6	12,2	10,5	7,3	5,6	2,8	-0,5
	Carcaça	10	26,80 ^a ±1,87	17,90 ^b ±1,37	13,30 ^c ±1,70	10,20 ^d ±1,03	7,20 ^e ±0,79	-0,20 ^f ±0,42
pH	(TB)	10	6,50 ^{aA} 0,12	6,19 ^{bB} 0,06	6,04 ^{cA} 0,11	5,89 ^{dA} 0,12	5,82 ^{dA} 0,12	5,68 ^{eA} 0,11
	(ST)	10	6,62 ^{aA} ±0,10	6,42 ^{bA} ±0,10	6,28 ^{cA} ±0,12	5,86 ^{dA} ±0,08	5,76 ^{eA} ±0,09	5,64 ^{fA} ±0,06

Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes apresentam diferenças (P< 0,05) pelo teste de Tukey. Médias na mesma coluna seguidas por letras diferentes apresentam diferenças (P< 0,05) pelo teste de Tukey.

Os valores médios encontrados na determinação de pH dos músculos *Triceps brachii* e *Semitendinosus* são apresentados na Tabela 1. O teste de Tukey revelou não existir diferença ($p > 0,05$) entre os valores médios de pH nos músculos *Triceps brachii* e *Semitendinosus* em todos os intervalos de tempo.

O declínio do pH foi mais acentuado no músculo *Semitendinosus* do que no *Triceps brachii*. Uma possível explicação seria a de que o músculo *Semitendinosus* apresenta um maior percentual de fibras brancas (metabolismo glicolítico) do que de fibras vermelhas (metabolismo oxidativo) (66,4 e 16,4%, respectivamente), enquanto o músculo *Triceps brachii* apresenta percentuais de 44 e 29%, respectivamente (Kiessling & Hanson, 1983; Hedrick et al., 1994).

Tanto o músculo *Triceps brachii* quanto o *Semitendinosus* apresentaram o declínio linear do pH durante às 24 horas *post mortem*, com valores médios de pH final de 5,68 e 5,64, respectivamente (Tabela 1). De acordo com Devine et al. (1993), estes resultados são adequados já que valores de pH entre 5,4 e 5,9 são desejáveis, pois carnes com valores acima de 6,0, apesar de apresentarem maciez satisfatória, são consideradas inadequadas para a comercialização, devido a sua reduzida vida de prateleira.

Para o músculo TB, o presente estudo encontrou um pH de 6,04 (8ª hora *post mortem*) semelhante ao encontrado por outros autores (Johnson et al., 1989), que estudaram o efeito de três temperaturas de resfriamento (0, 16 e 23°C) e do pH na qualidade da carne de cordeiro nas primeiras oito horas *post mortem* e observaram diferenças significativas no declínio do pH do músculo *Triceps brachii* (6,02, 5,71 e 5,55, respectivamente). Esses resultados retratam que a glicólise anaeróbica ocorre mais rapidamente em temperaturas mais elevadas, em concordância com o trabalho de Devine et al. (1993). No entanto, essas temperaturas exigem ótimas condições higiênico-sanitárias durante todo o processo de abate e no resfriamento das carcaças, devido ao crescimento microbiano.

Para o músculo *Semitendinosu*, o valor de pH final foi de $5,64 \pm 0,06$, valor semelhante aos achados por Bressan et al. (2001) que encontraram valores de pH 24 horas *post mortem* variando entre 5,67 a 5,75 no músculo *Semimembranosus*. Souza et al. (2004) analisando cordeiros dos grupos genéticos Ile de France x Santa Inês e Bergamácia x Santa Inês, que encontraram valores de pH final de 5,70, valores próximos aos encontrados neste trabalho. Entretanto, Ferrão et al. (2009), ao estudarem a qualidade da carne de cordeiros da raça Santa Inês, encontraram valores de pH de 5,53 a 5,57, na 24^ªh para o músculo *Semimembranosus*.

Ao estudar as mudanças estruturais nos músculos durante o processo de *rigor mortis* encontrou-se valores médios do comprimento de sarcômero dos músculos *Triceps brachii* e *Semitendinosus* de 1,72 μ m e 1,92 μ m, respectivamente, após a quarta hora da sangria ou tempo *post mortem* (Tabela 2).

TABELA 2 - Média e respectivos desvio-padrão dos valores de comprimento de sarcômero (μ m) mensurados nos músculos *Triceps brachii* (TB) e *Semitendinosus* (ST) nas carcaças ovinas, nos seis intervalos de tempo *post mortem* durante a refrigeração.

		Comprimento de sarcômero (μ m) / Tempo <i>post mortem</i> (h)					
Amostra	n	4	6	8	10	12	24
<i>Tríceps brachii</i>	10	1,72 ^a	1,66 ^{ab}	1,61 ^{bc}	1,53 ^d	1,54 ^d	1,57 ^{dc}
		0,09	0,05	0,06	0,07	0,06	0,08
<i>Semitendinosus</i>	10	1,92 ^a	1,85 ^{ab}	1,78 ^{bc}	1,62 ^d	1,50 ^e	1,71 ^c
		$\pm 0,07$	$\pm 0,11$	$\pm 0,14$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não apresentam diferenças ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes apresentam diferenças ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na 12^a hora, o músculo *Semitendinosus* apresentou seu encurtamento máximo (1,50µm), enquanto o mesmo ocorreu no intervalo entre a 10^ah e 24^ah para o músculo *Triceps brachii* (1,53µm a 1,57µm). Na 24^a hora o músculo *Semitendinosus* apresentou maior comprimento de sarcômero (1,71µm) que o *Triceps brachii* (1,57µm).

Na comparação dos valores médios do comprimento de sarcômero no músculo *Semitendinosus* não houve diferença ($p>0,05$) entre os intervalos de tempo de 4 e 6h; 6 e 8h e 8 e 24h. Em relação ao músculo *Triceps brachii* não houve diferença nos intervalos de tempo de 4 e 6h; 6 e 8h; 10h, 12h e 24h e 8 e 24h. Oliveira et al. (2004) avaliando cordeiros e carneiros da raça Santa Inês, encontraram valores de comprimento de sarcômero, no músculo *Triceps brachii*, nos intervalos de 8h, 10h, 12h e 24h, após sangria, de 1,62µm, 1,54µm, 1,51µm e 1,59µm, respectivamente. Valores semelhantes aos encontrados no músculo *Triceps brachii* no presente estudo.

A velocidade das mudanças bioquímicas que ocorrem no *post mortem* é influenciada pela temperatura e pode influenciar as características sensoriais da carne. Desse modo, foram encontrados em carcaças de cordeiros resfriadas a 0°C por 72h, tamanho de sarcômero de 1,68µm no músculo *Longissimus dorsi*, 1,68µm no *Biceps femoris* e 1,75µm no *Semimembranosus* (Devine et al., 1993). O valor encontrado para o músculo *Semimembranosus* (0°C) está em concordância com o resultado do *Semitendinosus* no presente estudo (1,71µm).

Os valores médios de força de cisalhamento e da perda de peso por cozimento para o músculo *Semitendinosus* das carcaças ovinas em relação aos grupos genéticos Santa Inês e F1 Santa Inês x Dorper estão descritas na Tabela 3.

TABELA 3 – Média (X) e respectivos desvio-padrão (s) dos valores da força de cisalhamento (kg) e da perda de peso por cozimento (%) do músculo *Semitendinosus* das carcaças ovinas em relação aos grupos genéticos (Santa Inês e F1 Santa Inês x Dorper)

Amostra	Força de cisalhamento (kg)		Perda de peso por cozimento (%)	
	Santa Inês	Santa Inês x Dorper	Santa Inês	Santa Inês x Dorper
	X ± s	X ± s	X ± s	X ± s
<i>Semitendinosus</i>	1,45 ^a ± 0,34	1,50 ^a ± 0,59	35,16 ^a ± 1,55	33,75 ^a ± 1,26

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não apresentam diferenças (P>0,05) pelo teste de Tukey.

Não foram encontradas diferenças (p>0,05) em relação à perda de peso por cozimento e à força de cisalhamento entre os dois grupos genéticos. Este fato em relação à força de cisalhamento também foi relatado por Souza et al. (2004) analisando cordeiros dos grupos genéticos Ile de France x Santa Inês e Bergamácia x Santa Inês que relataram que a força de cisalhamento não foi influenciada pelos grupo genético, sexo e peso ao abate avaliando o músculo *Semimembranosus*. Sañudo et al. (1997) que utilizaram as raças Churra, Castelana, Manchega e Awassi e por Bressan et al. (2001) que estudaram animais puros das raças Santa Inês e Bergamácia, não encontraram efeito de raça ou grupo genético sobre a maciez em ovinos.

As médias obtidas para força de cisalhamento estão dentro dos valores aceitáveis proposto por Bickerstaffe et al. (1997). Segundo estes autores, a carne de cordeiros que apresentam força de cisalhamento acima de 11kg é definida como dura e tem a aceitação reduzida pelos consumidores. Os valores de força de

cisalhamento neste trabalho poderiam ser explicados pelo declínio linear da temperatura e a queda do pH que possibilitaram a adequada ação das enzimas proteolíticas resultando na maciez da carne.

Uma grande variação de resultados é observada na literatura, desde médias de 2,5kg até valores de 15,10kg (Souza et al., 2004). Zundt et al. (2006) observaram uma média de 1,64kg no músculo *Semitendinosus* de ovinos Santa Inês. Frescura et al. (2005) relataram valores de força de cisalhamento de 2,33kg no músculo *Semitendinosus* de cordeiros do cruzamento entre Ile de France x Texel não-castrados. Os resultados encontrados por estes autores apresentam grande semelhança com os do presente trabalho, porém médias mais elevadas foram observadas por Santello et al. (2006) (6,99kg no músculo *Semitendinosus*) e Ferrão et al. (2009) (5,59kg a 6,57kg no músculo *Semimembranosus*).

Bressan et al. (2001) e Dransfield et al. (1990) relataram que os grupos genéticos não manifestaram efeito significativo sobre a perda de peso por cozimento. Ferrão et al. (2009), avaliando os efeitos de diferentes tipos de dietas na perda de peso por cozimento do músculo *Semimembranosus* da raça Santa Inês, encontraram valores médios de 46,03%; 45,89% e 45,98%, valores estes acima da maioria dos resultados descritos por outros autores. Provavelmente, devido ao teor de gordura e às temperaturas de cocção e resfriamento das amostras.

No entanto, as perdas de peso por cozimento no presente trabalho estão de acordo com Bressan et al. (2001), que encontraram valores que variaram de 29,9% a 33,1%, assim como Bonagurio et al. (2003) que observaram médias de perda de peso por cozimento de 36,12% em machos e 33,67% em fêmeas. Silva Sobrinho et al. (2005), analisando a perdas de peso por cozimento no músculo *Semimembranosus* de cordeiros encontraram valores que variaram entre 37,96% a 38,88%, semelhantes aos valores encontrados neste trabalho. A média de perda de peso por cozimento (19,55%), do músculo *Semitendinosus* de animais

COSTA, R.S. et al. Caracterização do processo de *rigor mortis* e maciez da carne em cordeiros Santa Inês e F1 Santa Inês x Dorper. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 35, Ed. 140, Art. 947, 2010.

Santa Inês x Dorper, no experimento de Santello et al. (2006), foi inferior à encontrada nesta pesquisa, provavelmente devido à menor idade dos animais.

CONCLUSÕES

- O declínio da temperatura e do pH nas carcaças ovinas ocorreu dentro dos padrões adequados para a instalação e resolução do processo de *rigor mortis*.
- O declínio de pH de ambos os músculos apresentou uma alta correlação inversa entre o tempo após a sangria e uma média correlação inversa entre o comprimento do sarcômero e tempo após a sangria;
- Durante o processo de *rigor mortis* a contração máxima foi detectada no intervalo entre a 10^a e a 24^{ah} para o músculo *Triceps brachii* e na 12^{ah} no músculo *Semitendinosus*.
- No músculo *Semitendinosus* a força de cisalhamento ou maciez foi semelhante entre cordeiros da raça Santa Inês e F1 Santa Inês x Dorper, mostrando que o grupo genético não influenciaria na maciez da carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aberle, E. D., Forreest, J. C., Gerrard, D. E., & Edwar, W. M. (2001). *Principles of meat science*. 4. ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company. 354 p.
- Araujo, A. M.; Silva, F. L. R.; Barros, N. N. *Medidas corporais de ovinos deslanados da Raça Santa Inês*. 2004. Disponível em: <http://www.ovinosbrasil.com/trab_tec/pg_trab_tecs_008.htm>. Acesso em: 08 jul. 2009.
- Behmer, O. A., Tolosa, E. M. C. & Neto, A. G. F. (1976). *Manual de técnicas para histologia normal e patológica*. São Paulo: EDART – Editora da USP., 239p.
- Bickerstaffe, R., Couter, C. E. & Morton, J. D. (1997). Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: *43st International Congress of Meat Science and Technology*. Auckland, New Zealand. 196-197.

COSTA, R.S. et al. Caracterização do processo de *rigor mortis* e maciez da carne em cordeiros Santa Inês e F1 Santa Inês x Dorper. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 35, Ed. 140, Art. 947, 2010.

Bonagurio, S., Perez, J. R. O. & Garcia, I. F. F. (2003). Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **32(6)**: 1562-1570.

Borges, I.; Silva, A. G. M.; Albuquerque, F. H. M. A. R. Escrituração zootécnica e sua importância no gerenciamento da caprinocultura. In: REUNIÃO TÉCNICA CIENTÍFICA EM OVINOCAPRINOCULTURA, 1. 2004. *Anais...* Itapetinga: UESB, 2004. p.1-17.

BRASIL, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. (1999). *Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes: sal e salmoura*. Instrução normativa nº 20. Brasília.

Bressan, M. C., Prado, O. V., Perez, J. R. O., Lemos, A. L. S. C. & Bonagurio, S. (2001). Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, **21(3)**: 293-303.

Colomber-Rocher, F.; Delat, R.; Sierra-Alfranca, I. Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales, según los sistemas de producción. Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. **Cuad**, INIA, v. 17, p. 19 - 41, 1988.

Costa, F., Silva, T. J. P., Freitas, M. Q., Tortelly, R. & Jardim, G. J. (2006). Caracterização do processo de *rigor mortis* nos músculos Gastrocnemius e Pectoralis de perus (*Meleagris gallopavo*) e maciez da carne. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, **13**: 165-169.

Devine, C. E., Graafhuis, A. E., Muir, P. D. & Chrystall, B. B. (1993). The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Science*, **35(1)**: 63-77.

Dransfield, E., Nute, G. R. & Hogg, B. W. (1990). *Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs*. Langford, UK: British Society of Animal Production., publication, 50p.

Ferrão, S. P. B., Bressan, M. C., Oliveira, R. P., Perez, J. R. O., Rodrigues, E. C. & Nogueira, D. A. (2009). Características sensoriais da carne de cordeiros da raça santa inês submetidos a diferentes dietas. *Ciência e Agrotecnologia*, **33**: 185-190.

França, F. M. C., Holanda Júnior, E. V. & Martins, E. C. (2006). Análise econômica e financeira de um modelo teórico de produção de carne ovina e caprina para unidades familiares no semi-árido do Rio Grande do Norte. In: *Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte: orientações para viabilização do negócio rural*. Natal, Brasil: Embrapa Caprinos, 121-144.

Frescura, R. B. M., Pires, C. C. & Silva, J. H. S. (2005). Avaliação das proporções dos cortes da carcaça, características da carne e avaliação dos componentes do peso vivo de cordeiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **34(1)**: 167-174.

Hedrick, H. B., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Judge, M. D. & Merkel, R. A. (1994). Properties of fresh meat. In: *Principles of Meat Science*. 3. ed., Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company. 123-131.

Hwang, H. I., Park, B. Y., Cho, S. H. & Lee, J. M. (2004). Effects of muscle shortening and proteolysis on Warner-Bratzler shear force in beef *Longissimus* and *Semitendinosus*. *Meat Science*, **68**: 497-505.

COSTA, R.S. et al. Caracterização do processo de *rigor mortis* e maciez da carne em cordeiros Santa Inês e F1 Santa Inês x Dorper. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 35, Ed. 140, Art. 947, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Banco de Dados Agregados*, (2007).

Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 2 jan. 2010.

Johnson, M. H., Bidner, T. D., McIlhin, K. W., Dugas, S. M. & Hembry, F. G. (1989). The effect of three temperature conditioning treatments and subcutaneous fat removal on lamb quality. *Journal of Animal Science*, **67**: 2309-2315.

Kerth, C. R., Blair-Kerth, L. K. & Jones, W.R. (2003). Warner-Bratzler shear force repeatability in beef *Longissimus* steaks cooked with a convection oven, broiler, or clam-shell grill. *Journal of Food Science*, **68(2)**: 750-756.

Kiessling, K. & Hansson, I. (1983). Fibre composition and enzyme activities in pig muscles. *Swedish Journal of Agricultural Research*, **13**: 257-261.

Koohmaraie, M., Whipple, G. Kretchmar, D. H., Crouse, J. D. & Mersmann, H. J. (1991). Postmortem proteolysis in *longissimus* muscle from beef, lamb and pork carcasses. *Journal of Animal Science*, **69**: 617-624.

Lyon, B. G. & Lyon, C. E. (1997). Sensory descriptive profile relationship to shear values of deboned poultry. *Journal of Food Science*, **62**: 885-888.

Maturano, A. M. P., Perez, J. R. O., Bressan, M. C., Pilar, R. C., Rebello, F. F. P., Bonagurio, S. & Savian, T. V. (2002). Efeito do peso de abate sobre o declínio de pH, cor, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento na carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France. In: *18º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Porto Alegre, Brasil, 528-531.

Monteiro, E. M., Rübensam, J. & Pires, G. (2001). Avaliação de parâmetros de qualidade de carcaça e da carne de ovinos. In: *1º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes*. São Paulo, Brasil, 98-99.

Neres, M. A., Monteiro, A. L. G., Garcia, C. A., Costa, C., Arrigoni, M. B. & Rosa, G. J. M. (2001). Forma física da ração e pesos de abate nas características de carcaça de cordeiros em creep feeding. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **30(3)**: supl. 1, 948-954.

Oliveira, I., Silva, T. J. P., Freitas, M. Q., Tortelly, R. & Paulino, F. O. (2004). Caracterização do processo de rigor mortis em músculos de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne. *Acta Scientiae Veterinariae*, **32(1)**: 25-31.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; JARDIM, P. O. C. **Métodos para avaliação de carne ovina in vivo na carcaça e na carne**. Pelotas: Ed. UFPEL, 1998. p. 107.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Editora UFV, Viçosa, 2007. 599p, il.

Ribeiro, E. L. A., Rocha, M. A., Mizubuti, I. Y., Silva, L. D. F., Ribeiro, H. S. S. & Mori, R. M. (2001). Carcaça de borregos Ile de France inteiros ou castrados e Hampshire Down castrados abatidos aos doze meses. *Ciência Rural*, **31(3)**: 479-482.

COSTA, R.S. et al. Caracterização do processo de *rigor mortis* e maciez da carne em cordeiros Santa Inês e F1 Santa Inês x Dorper. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 35, Ed. 140, Art. 947, 2010.

Santello, G. A., Macedo, F. A. F., Mexia, A. A., Sakaguti, E. S., Dias, F. J. & Pereira, M. F. (2006). Características de carcaça e análise do custo de sistemas de produção de cordeiros ½ Dorset Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **35(4)**: 1852-1859.

Sañudo, C., Campo, M. M., Sierra, I., María, G. A., Olleta, J. L. & Santolaria, P. (1997). Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. *Meat Science*, **46(4)**: 357-365.

SAS. *User's guide statistics*. (1999). Cary: INSTITUTE SAS, 959p.

Silva Sobrinho, A. G., Machado, M. R. F., Gastaldi, K. A. & Garcia, C.A. (2005). Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **34(3)**: 1070-1078.

Sloss, M. W. B. S. & Kemp, R. L. A. B. (1978). *Veterinary clinical parasitology*. 5th edn. Ames: Iowa State University Press, 247p.

SOUZA, O. C. R. **Rendimento de carcaça, composição regional e física da paleta e quarto em cordeiros Romney Marsh abatidos aos 90 e 180 dias de idade**. Pelotas, 1993.102 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pelotas, 1993.

Souza, X. R., Bressan, M. C., Pérez, J. R. O., Faria, P. B., Vieira, J. O. & Kabeya, D. M. (2004). Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, 24(4): 543-549.

Tornberg, E., Wahlgren, M. & Brondum, E. S. B. (2000). Pré-rigor conditions in beef under varying temperature an pH falls studied with rigometer, NMR an NIR. *Food Chemistry*, **69**: 407-418.

Wheeler, T. L. & Koohmaraie, M. (1994). Prerigor and *post rigor* changes in tenderness of ovine *Longissimus* muscle. *Journal of Animal Science*, **72**: 1232-1238.

Zundt, M.; Macedo, F. A.; Martins, E. N. Et Al. Desempenho de cordeiros alimentados com diferentes níveis de proteína. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 985-987.

Zundt, M., Macedo, F. A. F. & Astolphi, J. L. L. (2006). Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês confinados, filhos de ovelhas submetidas à suplementação alimentar durante a gestação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **35(3)**: 928-935.